

다목적실용위성 2 호의 NON-UNIFORMITY CORRECTION 알고리즘

KOMPSAT-2 NON-UNIFORMITY CORRECTION ALGORITHM

박수영, 송정현, 이동한, 서두천, 임효숙

Su-Young Park, Jeong-Heon Song, Dong-Han Lee, Doo-Chun Seo, Hyo-Suk Lim

Korea Aerospace Research Institute

45 Eoeun-Dong, Yuseong-Gu, Daejeon 305-333, Korea

Phone:+82-42-860-2735, Fax: +82-42-860-2605

sypark@kari.re.kr

ABSTRACT:

KOMPSAT-2(K-2)의 MSC 는 CCD pixel 별, band 별 특성, 감도 및 시간에 따른 변화, CCD Geometry 등에 의해 왜곡 현상이 일어나며, 위성 발사 전에 실험실에서의 충분한 실험과 Calibration 작업을 통해 얻어진 값들을 사용하여 Image Restoration, 상대 복사 보정, 절대 복사 보정 등의 작업들을 거쳐서 왜곡 현상을 보정하게 된다. 그 중 복사 보정에 해당하는 NUC(Non-Uniformity Correction)은 MSC 각각의 픽셀들이 상이한 특성을 나타내는 것을 균일한 이미지로 보정하는 작업으로 무엇보다 우선시 되는 검보정 작업이다. K-2 NUC table 생성에는 시스템 특성상 몇 가지 사항을 고려하여 위성에 upload 하는 high frequency NUC(HF NUC)과 지상국에서 처리할 수 있는 low frequency NUC(LF NUC)으로 구분하여 알고리즘을 생성하였다.

KEY WORDS: NUC, KOMPSAT-2

1. 서론

KOMPSAT-2(K-2)의 MSC 는 CCD pixel 별, band 별 특성, 감도 및 시간에 따른 변화, CCD Geometry 등에 의해 왜곡 현상이 일어나며, 위성 발사 전에 실험실에서의 충분한 실험과 Calibration 작업을 통해 얻어진 값들을 사용하여 Image Restoration, 상대 복사 보정, 절대 복사 보정 등의 작업들을 거쳐서 왜곡 현상을 보정하게 된다.

그 중 복사 보정에 해당하는 NUC(Non-Uniformity Correction)은 MSC 각각의 픽셀들이 상이한 특성을 나타내는 것을 균일한 이미지로 보정하는 작업으로 무엇보다 우선시 되는 검보정 작업이다.

2. 본론

2.1 NUC 을 위한 알고리즘

MSC 영상 자료는 손실 압축인 JPEG 알고리즘에 따라 MSC 내부 컴퓨터에서

압축되어진 후에 처리시스템에 전송되어지도록 설계되어져 있으므로, MSC 영상 자료가 JPEG 알고리즘으로 압축되어 지상에 전송되어지기 전에 상대 복사 보정 작업인 NUC 보정 작업이 수행되도록 설계되어져 있다. MSC 에서 NUC 작업을 수행하기 위해서는 사용되어지는 TDI gain 값에 대한 PAN 과 MS 의 각 CCD pixel 별 gain 값과 offset 값에 대한 NUC table 이 MSC 안에 저장되어 있어야 한다. 그러나 K-2 NUC table 생성에는 시스템 특성상 몇 가지 고려사항이 있다. 첫째, MSC 안에 저장될 NUC 의 gain 값은 1 에서 1.25 의 범위로 있어야하며, offset 값은 양수이고 5bit 이하의 값을 가져야한다. 따라서 이 제약사항을 만족하기 위하여 위성에 upload 하는 high frequency NUC(HF NUC)과 지상국에서 처리할 수 있는 low frequency NUC(LF NUC)으로 구분하여 알고리즘을 생성하였다.

NUC 알고리즘은 2-point 알고리즘을 기본으로 하되, 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 여러 데이터를 이용하여 최확값을 얻는 LSM(Least Square Methods)을 이용하였다. NUC 과정은 다음과 같이 크게 4 단계를 거친다.

- step 1 - profile
- step 2 - smoothing
- step 3 - HF NUC
- step 4 - LF NUC

2.1.1 profile

MSC CCD 의 특성을 정확하게 파악하기 위하여 uniform 한 지역을 촬영하고, 그 지역의 평균 DN(digital number, grey value)값을 계산한다. MSC 가 10bits 영상으로 0~1023 까지의 DN 값을 가진다. 센서의 linearity 를 고려한다면 전체 DN 값의 20%~80%의 값을 가지는 데이터가 NUC 에 적합하다. 따라서 데이터로써 이 범위 안에 존재하는 다양한 영상을 준비하여 평균하면 된다.

$$X_{mean\ j} = (\sum_{i=1}^n X_{ij}) / n$$

- i: low
- j: column
- n: number of lines
- $X_{mean\ j}$: j 열의 평균 DN 값
- X_{ij} : ij 열의 DN 값

2.1.2 smoothing

High frequency NUC(HF NUC)을 수행하기 위하여 profile 값의 reference 로써 smoothing 을 수행한다.

$$X_{s\ j} = (\sum_{t=j-5}^{t=j+5} X_j) / 11$$

- $X_{s\ j}$: j 열의 smoothing 값

2.1.3 HF NUC

HF NUC 을 위한 기본 알고리즘은 다음과 같다.

$$X_{s\ j} = X_{mean\ j} \times G_{hf\ j} + O_{hf\ j}$$

- $G_{hf\ j}$: j 열의 HF gain 값

- O_{hfj} : j 열의 HF offset 값

HF gain 과 offset 를 결정하기 위하여 2 개 의 영상데이터가 필요하다. 그러나 NUC parameter 를 결정할 때, 센서 시스템이 전 DN 값에 대하여 linear 하다면 2 개의 데이터만으로도 충분한 NUC 결과를 얻을 수 있지만, 그렇지 않은 경우라면 여러 다양한 DN 값에 해당하는 영상들을 이용하여 NUC 결과를 생성하는 것이 신뢰성 높다. 따라서 본 연구에서는 최소 3 개 이상의 데이터를 이용하여 LSM 방식으로 NUC parameter 를 결정한다.

$$X_{sj}(i) = X_{meanj}(i) \times G_{hfj} + O_{hfj}$$

$$\begin{pmatrix} X_{meanj}(1) & 1 \\ X_{meanj}(2) & 1 \\ X_{meanj}(3) & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G_{hfj} \\ O_{hfj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{sj}(1) \\ X_{sj}(2) \\ X_{sj}(3) \end{pmatrix}$$

$$AX = L, X = (A^T A)^{-1} A^T L$$

-i: 1,2,3...

2.1.4 LF NUC

MSC 의 pan band 는 총 6 개의 CCD 로 구성되어 있다. 한 CCD 내에서 각각의 pixel 의 감도도 제각기 다르지만, 6 개의 CCD 도 감도가 서로 상이하므로 서로 맞추어주는 작업이 필요하며, 이것을 LF NUC 이라 부른다. 알고리즘은 다음과 같이 HF NUC 과 유사하며 LSM 방식으로 parameter 를 결정한다.

$$V_{mean}(i) = X_{sj}(i) \times G_{lfj} + O_{lfj}$$

$$\begin{pmatrix} X_{sj}(1) & 1 \\ X_{sj}(2) & 1 \\ X_{sj}(3) & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G_{lfj} \\ O_{lfj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{mean}(1) \\ V_{mean}(2) \\ V_{mean}(3) \end{pmatrix}$$

$$AX = L, X = (A^T A)^{-1} A^T L$$

-i: 1,2,3...

- V_{mean} : maximum value of X_{sj}

- G_{lfj} : j 열의 LF gain 값

- O_{lfj} : j 열의 LF offset 값

3. 결론

본 논문에서는 KOMPSAT-2 MSC 의 NUC 보정을 위한 방법을 소개하며 그것에 알맞은 알고리즘을 제안한다. 한 CCD 내에서의 non-uniformity 는 HF NUC 으로 제거하며, 각각의 CCD 별 DN 감도를 맞추는 작업은 LF NUC 으로 수행한다. 이때 결과의 신뢰도를 높이고, 오류가 있는 데이터의 의존도를 낮추기 위하여 최소 3 개 이상의 여러 영상데이터를 활용하여 LSM 방식으로 parameter 의 최종값을 결정한다.